

Utjecaj hranidbe svinja na aromatski profil, sastav masnih kiselina i senzorske karakteris-tike trajnih kobasica

Brljević, Petar

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:271332>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-07**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, studeni 2017.

Petar Brljević

771/PI

**Utjecaj hranidbe svinja na
aromatski profil, sastav masnih
kiselina i senzorske karakteristike
trajnih kobasica**

Rad je izrađen u Laboratoriju za tehnologiju mesa i ribe Zavoda za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom dr.sc. Helge Medić, red. prof. Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te uz pomoć dr.sc. Nives Marušić-Radovčić, više asistentice.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo
Laboratorij za kemiju i tehnologiju mesa i ribe

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Utjecaj hranidbe svinja na aromatski profil, sastav masnih kiselina i senzorske karakteristike trajnih kobasica

Petar Brljević, 771/PI

Sažetak: Osnovni cilj ovoga rada bio je odrediti kako hranidba svinja žirom utječe na hlapljive tvari arome, sastav masnih kiselina te na kvalitetu trajnih kobasica. Hlapljivi spojevi arome određeni su koristeći mikroekstrakciju na čvrstoj fazi i plinsko kromatografsko-masenu spektrometriju. Osim hlapljivih spojeva arome, nastalih lipolizom i proteolizom, određen je i udio masti te senzorska svojstva trajnih kobasica. Na temelju provedenog istraživanja i dobivenih rezultata nije se uočila razlika u sastavu masnih kiselina između dvaju uzoraka te oba uzorka pružaju povoljan omjer zasićenih i nezasićenih masnih kiselina za ljudsku prehranu. Oba uzorka imala su sličan udjel pojedinih hlapljivih spojeva, a najzastupljeniji spojevi su bili terpeni koji najviše doprinose aromi kobasica. Senzorskom analizom uočeno je kako dodatak žira nije utjecao na senzorska svojstva trajnih kobasica.

Ključne riječi: profil arome, masne kiseline, trajne kobasice, žir, GC-MS

Rad sadrži: 41 stranica, 6 slika, 14 tablica, 38 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u: Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: *prof.dr.sc. Helga Medić*

Pomoć pri izradi: *dr.sc. Nives Marušić-Radovčić, viši asistent*

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. Doc.dr.sc. Klara Kraljić
2. Prof.dr.sc. Helga Medić
3. Doc.dr.sc. Irena Barukčić
4. Doc.dr.sc. Nikolina Čukelj (zamjena)

Datum obrane: 3. studenog 2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
Department of Food Engineering
Laboratory for Meat and fish technology

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Food Technology

Influence of pig feed on aromatic profile, fatty acids` composition and sensory characteristics of dry sausages

Petar Brljević, 771/PI

Abstract: The main purpose of this paper was to determine how pigs' feeding with acorn affects composition of volatile compounds, the composition of fatty acids and the quality of dry sausages. Volatile volatile compounds were determined by microextraction using solid phase and gas chromatographic-mass spectrometry. Besides the volatile compounds, formed by lipolysis by proteolysis, fat content and the sensory properties of dry sausages were determined as well. Based on the conducted research and the obtained results, there was no difference in the composition of fatty acids between the two samples and both samples provide a favourable fatty acid ratio for human nutrition. Both samples had a similar proportion of volatile compounds, and the most common compounds were the terpenes that contributed most to sausage flavour. Sensory analysis showed that the addition of acorn did not affect the sensory properties of dry-sausages.

Keywords: *aroma profile, fatty acid, dry-cured sausages, acorn, GC-MS*

Thesis contains: 41 pages, 6 figures, 14 tables, 38 references,

Original in: Croatian

Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) version is deposited in: Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

Mentor: *PhD. Helga Medić, Professor*

Technical support and assistance: *PhD. Nives Marušić-Radovčić, SeniorAssistant*

Reviewers:

1. PhD. Klara Kraljić, Assistant professor
2. PhD. Helga Medić, Full professor
3. PhD. Irena Barukčić, Assistant professor
4. PhD. Nikolina Čukelj, Assistant professor (substitute)

Thesis defended: 3. Novembar 2017.

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Teorijski dio	2
2.1.	Uloga starter-kultura u proizvodnji trajnih kobasica	5
2.2.	Aroma	6
2.3.	Proteoliza	7
2.4.	Lipoliza	8
3.	Materijali i metode	11
3.1.	Materijali	11
3.2.	Metoda rada	12
3.2.1.	Određivanje masti	12
3.2.2.	Određivanje arome	13
3.2.3.	Senzorska analiza	15
3.2.4.	Statistička analiza	16
4.	Rezultati i rasprava	17
4.1.	Sastav masnih kiselina	17
4.2.	Hlapivi spojevi u trajnim kobasicama (smjesa i žir)	19
4.3.	Senzorika kobasice (smjesa i žir)	33
5.	Zaključak	36
6.	Literatura	37

1. Uvod

Trajne kobasice su visokokvalitetni proizvodi industrije mesa te ih potrošači iznimno cijene. To su proizvodi dobiveni od mesa prve i druge kategorije, čvrstog masnog tkiva i dodataka, koji se nakon punjenja konzerviraju postupcima fermentacije, sušenja i zrenjem, sa ili bez dimljenja. Suvremenu industrijsku proizvodnju fermentiranih kobasica karakteriziraju visok stupanj mehanizacije, automatizacije i programiranja proizvodnje, kao i upotreba nitrata i/ili nitrita, različitih šećera i starter kultura uz pomoć kojih se ubrzavaju procesi fermentacije, formiranja boje, sušenja i zrenja. Suhe fermentirane kobasice dobivene na ovaj način su standardizirane kvalitete i sigurne za potrošača, ali vrlo često jednolične senzorske kvalitete, odnosno jednolične boje i često kiselog ukusa. Prema brojnim istraživanjima na području prehrambene industrije prisutan je stalan rast interesa za tradicionalnom hranom u Europi. U Hrvatskoj je prisutna duga tradicija proizvodnje trajnih kobasica što je rezultiralo velikim brojem različitih tipova i načina proizvodnje kobasica (Pavičić i Ostović, 2008), a time i različitim fizikalno-kemijskim i senzorskim karakteristikama (Pleadin i sur., 2016). Poznato je da je tipičan okus i aroma trajnih kobasica, kao glavnih senzorskih karakteristika, rezultat aktivnosti mikroorganizama i metaboličkih procesa razgradnje ugljikohidrata, proteina i lipida iz mesa u kombinaciji sa začinima. U novije vrijeme se koriste različiti dodaci tijekom proizvodnje trajnih kobasica te se način prehrane svinja usavršava kako bi se poboljšala kvaliteta samog proizvoda. Naime, istraživanja su pokazala kako način uzgoja i prehrane svinja kao i tehnološki proces proizvodnje svinjskih mesnih proizvoda, pa tako i trajnih kobasica, uvelike utječe na kvalitetu konačnog proizvoda (Senčić, 2014). Zbog toga je konačna kvaliteta kobasica ovisna o izboru sirovine (mesa), načinu uzgoja i prehrane svinja kao dodataka kao i o primijenjenom tehnološkom procesu.

Zbog iznimne važnosti arome za kvalitetu trajnih kobasica te značaja trajnih kobasica u hrvatskoj tradiciji proizvodnje suhomesnatih proizvoda, cilj ovog diplomskog rada bio je identificirati hlapljive tvari koje su zaslužne za jedinstvenu aromu kobasica te utvrditi od kuda potječu, ispitati utjecaj žira u prehrani svinje na kvalitetu trajnih kobasica, odrediti sastav masnih kiselina propisanom metodom kao i provesti senzorsko ocjenjivanje.

2. Teorijski dio

2.1. Tehnologija proizvodnje trajnih kobasica

Prema Pravilniku o mesnim proizvodima (Pravilnik, 2012) trajne kobasice su proizvodi dobiveni nadijevanjem ovitaka usitnjenom svinjetinom, govedinom ili ovčetinom, čvrstim masnim tkivom, začinima i dodacima koji se tijekom procesa proizvodnje ne podvrgavaju toplinskoj obradi. Fermentacija trajnih kobasica odvija se pod utjecajem specifične mliječno-kisele mikroflore. Na kraju proizvodnog procesa u kobasicama ne bi trebalo biti više od 40% vlage, te konačni proizvod mora imati više od 16% bjelančevina. Trajne kobasice se proizvode i stavljaju na tržište pod nazivima: kulen, zimska, čajna, srijemska ili pod drugim nazivima.

Fermentacija je jedan od postupaka konzerviranja prehrambenih proizvoda te uz proces zrenja ključna faza u proizvodnji trajnih kobasica. Proces fermentacije dovodi do značajnih biokemijskih, kemijskih i mikrobioloških promjena (smanjenje pH vrijednosti, promjene u početnom mikrobnom sastavu, redukcija nitrata u nitrite te nitrita u dušikov oksid, formiranje nitrozilmioglobina, denaturacija, otapanje i želiranje miofibrilarnih proteina, dehidratacija, formiranje početne teksture nadjeva). Povećanje koncentracije mliječne kiseline proizvedene djelovanjem tehnoloških bakterija, odnosno bakterija mliječne kiseline i posljedičnim sniženjem pH, dovodi do formiranja karakteristične teksture i boje kobasica, mikrobiološke stabilnosti te se stvaraju povoljni uvjeti za enzime zrenja, odnosno za početak proteolize i lipolize. pH vrijednost fermentiranih kobasica ponovno raste tijekom faze zrenja tijekom kojeg proteolitička i lipolitička aktivnost endogenih enzima i enzima mikroorganizama, uz proces dimljenja i sušenja, doprinose oblikovanju konačnog proizvoda (miris, okus, tekstura, boja).

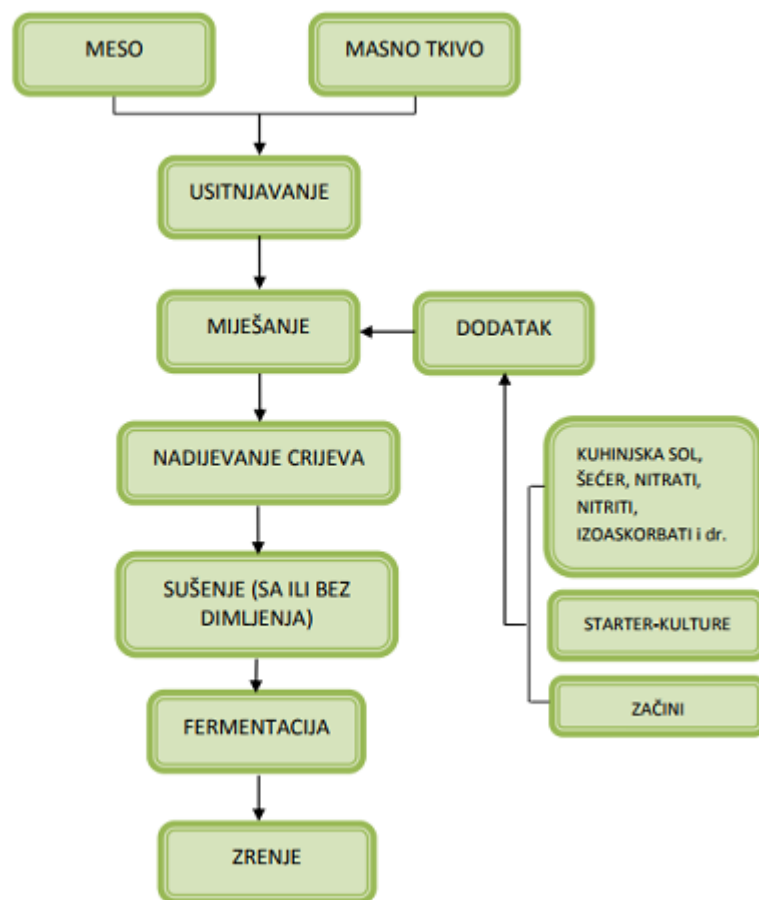
Tablica 1. Razlike u proizvodnji brzo i sporofermentiranih kobasica (Došen, 2014)

Pokazatelji	Sporofermentirane kobasice	Brzofermetnirane kobasice
SVOJSTVA MESA	Osušeno, jedro, sporo ohlađeno meso	Osušeno, jedro, sporo ohlađeno meso
pH MESA	Manji od 5,8 (svinjsko) tj. 5,6 (goveđe)	6,2 (svinjsko), 6,8 (goveđe)
DODATAK ŠEĆERA	Do 0,3%	Do 1%
DODATAK STARTER KULTURA	-	Da
DODATAK GDL-a	-	DO 0,7%
TRAJANJE ZRENJA U DANIMA	30 – 90	14 – 20 i više
TEMPERATURA ZRENJA	12 – 18°C	22 – 26°C
OKUS PROIZVODA	Po zreloom mesu	kiselkast

Ukoliko fermentacija traje kraće i pri višim temperaturama, to dovodi do bržeg rasta bakterija mliječne kiseline (BMK), dok gotov proizvod, takozvana brzofermentirana kobasica, poprima kiselkast okus i ima slabije izraženu aromu. U kobasicama podvrgnutim dužem vremenu fermentacije i pri nižim temperaturama u tzv. sporofermentiranim kobasicama, u prvim danima fermentacije dominiraju koagulaza-negativni stafilokoki, a gotov proizvod je manje kiselkastog okusa i ima izraženiju specifičnu aromu (Došen, 2014).

Trajne kobasice se proizvode od mesa i čvrstog masnog tkiva od biološki zrelih mesnatih svinja. Meso bi trebalo biti zrelije, odnosno otvorenije strukture (postiže se npr. hlađenjem minimalno 48 sati nakon klanja pri 0°C do 2 °C, a zatim zamrzavanjem i skladištenjem nekoliko dana pri -3°C do -8°C. Rashlađeno, dehidrirano i ocijeđeno meso se usitnjava u stroju za mljevenje mesa, a zatim se stvara mesna emulzija (Pešović, 2008). Mesno tijesto se konzervira u soli, te se dodaju i drugi aditivi (šećeri, škrobni sirup ili starter-kulture mikroorganizama) te smjesa specifičnih začina. Dobivena smjesa se puni (u kolagenska, konjska, goveđa i svinjska crijeva) pomoću

vakuu punilica. Nakon nadijevanja i hladnog dimljenja (od 5 do 7 dana pri 10° do 15°C) kobasice se prenose u komore za zrenje koje imaju mogućnost regulacije Rh, T i brzine strujanja zraka. U komorama bi temperatura trebala od 12-16°C. Zrenjem se dobiva specifična aroma, boja i okus trajnih kobasica. Shematski prikaz tehnologije proizvodnje trajnih kobasica prikazan je na slici 1. Posebno su tijekom zrenja značajne fizikalne promjene nadjeva, odnosno gubitak vode, pri čemu vrijedi pravilo da količina vode koja migrira od središta prema periferiji nadjeva mora biti jednaka količini vode koja napušta proizvod (Došen, 2014).



Slika 1. Sažeti prikaz proizvodnje trajnih kobasica (Došen, 2014)

2.2. Uloga starter-kultura u proizvodnji trajnih kobasica

U mesnoj industriji preporuča se uporaba starter-kultura od 20-ih godina prošlog stoljeća. Starter-kulture su čiste ili miješane kulture bakterija, uzgojene specifično za proizvodnju trajnih kobasica. Starter-kulture svojim metabolizmom pozitivno utječu na senzorske osobine trajnih kobasica (izgled, okus, miris, konzistenciju) te imaju sposobnost acidifikacije koja inhibira rast i razvoj nepoželjnih mikroorganizama. Starter-kulture su kombinacije liofiliziranih ili smrznutih kultura određenih sojeva mikroorganizama.

Uobičajeno se kao starter kulture za proizvodnju fermentiranih kobasica koriste bakterije koje su kao mikroflora dominantne u trajnim kobasicama, kao što su BMK (*Lactobacillus*, *Leuconostoc* i *Pediococcus*) i gram-pozitivni katalaza-pozitivni koki i koagulaza negativni stafilokoki (*Staphylococcus*, *Kocuria*) (Kovačević, 2014).

Fermentacijom i zrenjem se želi postići željena i tipična boja i aroma, čvrstoća koja omogućava rezanje, inhibicija rasta patogenih bakterija i bakterija kvarenja, te dulji vijek trajanja (Došen, 2014).

2.3. Aroma

Riječ aroma (grčki *aroma*) u prijevodu znači mirisna trava. Aroma i miris nisu isti fenomen. Miris se detektira receptorima koji su smješteni u nosu, dok se aroma manifestira kao ukupan organoleptički osjećaj koji nastaje prilikom unosa hrane. Aromu je moguće definirati kao senzorski utisak hrane, prepoznat senzibilnošću receptora na okus i miris. Arome u hrani imaju primarno organoleptičku, a ne nutritivnu funkciju. Aromatske tvari u hrani nastaju sinergističkim osjetom okusa i mirisa. Za svaku pojedinu aromatsku komponentu zaslužan je kemijski spoj, a više takvih komponentni čine aromatski kompleks koji je odgovoran za ukupnu aromu.

Sirovo meso ima blago slatkast okus te nema specifičnu aromu, no bogato je sastojcima koji predstavljaju prekursore spojeva zaslužnih za specifičnu aromu mesnih proizvoda. Različiti faktori utječu na konačnu aromatski profil trajne kobasice, kao što su starost, način hranjenja i pasmina svinje (Kosowska i sur., 2017).

Aroma mesa jedan je od bitnih parametara kvalitete, a ovisi o samom proizvodu i procesu proizvodnje.

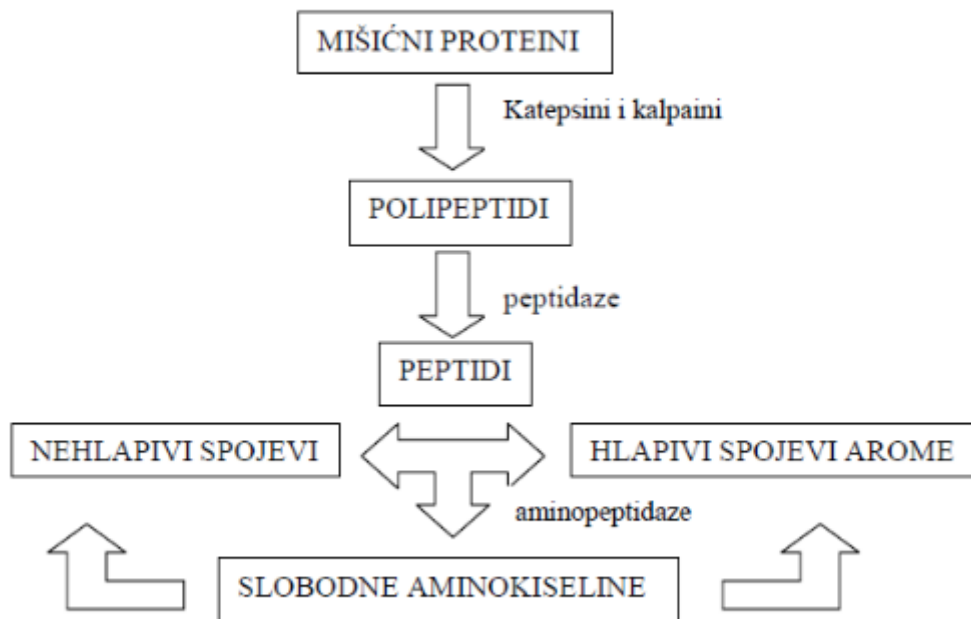
Aroma trajnih kobasica ovisi o hlapljivim spojevima koji nastaju biokemijskim reakcijama tijekom zrenja i dovode do formiranja jedinstvene arome gotovog proizvoda. Veliku ulogu imaju enzimski sustavi mišića svinje koji u reakcijama proteolize i lipolize uvjetuju stvaranje hlapljivih spojeva arome.

Većina aromatskih spojeva nastaje tijekom oksidacije nezasićenih masnih kiselina i njihove daljnje interakcije sa proteinima, peptidima i slobodnim aminokiselinama.

2.4. Proteoliza

Proteoliza je značajan niz biokemijskih reakcija koje sudjeluju u stvaranju karakteristične arome, okusa i mirisa tijekom procesa prerade. Proteolitička aktivnost glavna je značajka endogenih enzimskih sustava u mesu. Proteoliza izravno sudjeluje u formiranju aromatskog profila temeljem razgradnje miofibrilarnih proteina koji grade mišićnu strukturu. Stvaranje peptida i slobodnih aminokiselina utječe na okus trajnih kobasica, a slobodne aminokiseline sudjeluju kao supstrat u budućim reakcijama, koje doprinose formiranju konačne arome i okusa trajnih kobasica, odnosno djeluju kao prekursori spojeva arome i okusa (Krvavica i sur., 2007).

Najveći dio proteina se razgrađuje post-mortem djelovanjem endogenih enzima kalpaina (kalcij ovisnog enzimskog sustava) iz sarkoplazme i o cisteinu ovisnog lizosomalnog enzima katepsina na najvažnije miofibrilarne proteine, stvarajući proteinske ostatke i polipeptide srednje veličine (Toldra, 1998). Razgradnja polipeptida se nastavlja do malih peptida, a rezultat je djelovanja di- i tripeptidilpeptidaza. Konačno, slobodne aminokiseline nastaju aktivnošću dipeptidaza, aminopeptidaza i karboksipeptidaza. Slika 2. pokazuje glavne faze tijekom proteolize u mesu svinje.



Slika 2. Sažeti prikaz glavnih faza tijekom proteolize (Toldra, 1998)

2.5. Lipoliza

Masne kiseline su organski spojevi koje karakterizira metilna skupina na jednom kraju i karboksilna skupina na drugom kraju molekule. Dijele se na zasićene i nezasićene masne kiseline. Zasićene masne kiseline u svom lancu ne sadrže dvostruke kovalentne veze niti druge funkcionalne skupine, a tako se zovu jer se vodik veže za ugljikove atome u maksimalnom broju, osim u karboksilnoj skupini (COOH). Nezasićene masne kiseline imaju u svom molekulskom lancu jednu ili više funkcionalnih alkenkih skupina te svaka alkenka skupina zamjenjuje jednu jednostruku skupinu te na tom mjestu u lancu nastaju dvostruke veze koje mogu biti u *cis*- ili *trans*-konfiguraciji. Postoje i esencijalne masne kiseline koje su važne za organizam te se unose isključivo hranom. One su višestruko nezasićene masne kiseline i od njih se stvaraju nizovi omega-3 i omega-6 masnih kiselina. Važne su jer omogućavaju normalno funkcioniranje stanica i organa, te se od njih stvaraju spojevi koji upravljaju

širokim spektrom funkcija (Rustan i Drevon, 2005). Lipoliza uz proteolizu predstavlja jednu od najvažnijih biokemijskih promjena tijekom obrade mesa i proizvodnje. Slobodne masne kiseline nisu pridružene molekulama kao što su trigliceridi ili fosfolipidi. Nastaju kidanjem triglicerida ili fosfolipida na osnovne komponente, a to su masne kiseline i glicerol.

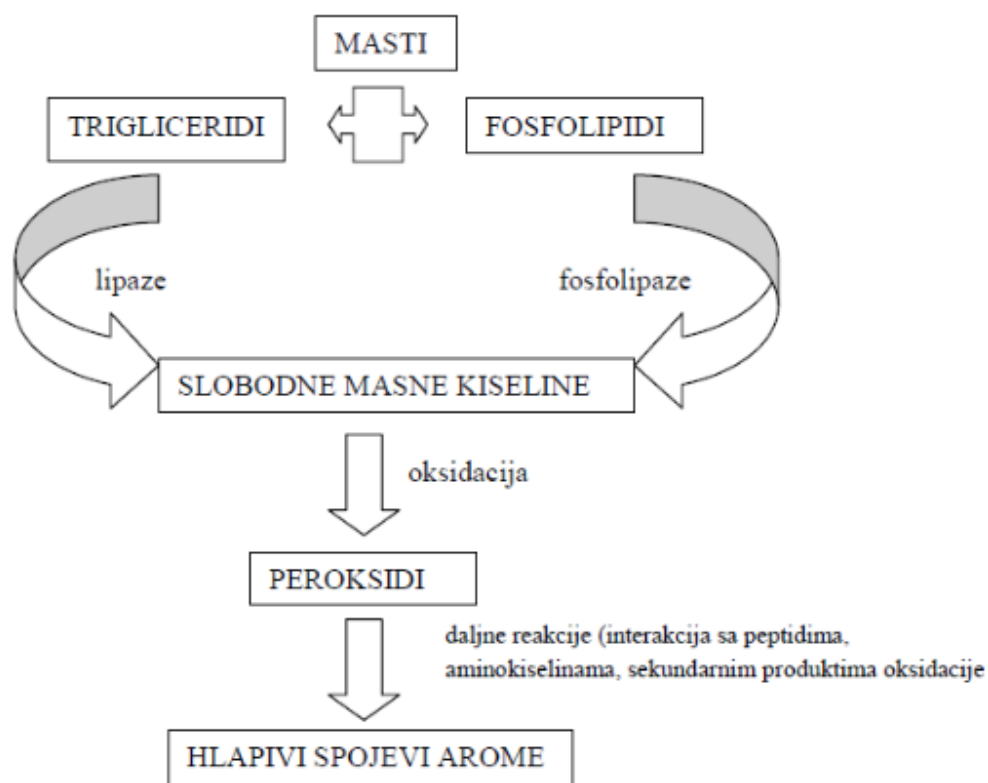
Proizvodi od svinjskog mesa sadrže puno zasićenih masnih kiselina (SFA), dok su jednostruko nezasićene (MUFA) i višestruko nezasićene masne kiseline (PUFA) prisutne u nešto manjoj mjeri kao što je prikazano u tablici 2.

Tablica 2. Postotak masnih kiselina (m.k.) u tradicionalnim europskim suhomesnatim proizvodima (Pleadin i sur., 2016)

Mesni proizvod	Zasićene m.k.(SFA)	jednostruko nezasićene m.k.(MUFA)	Višestruko nezasićene m.k.(PUFA)	PUFA/SFA	n-6/n-3
Chorizo kobasica	35,9-37,3	47,6-48,6	13,9-16,2	0,4-0,5	11,5-15,1
Sicilijanska salama	36,3	55,1	8,5	0,2	7,8
Pršut Serrano	32,6-33,4	52,8-54,1	9,1-10,5	0,2	18,3-18,6
Teurrel pršut	35,7-37,4	54,6-54,7	7,4-8	0,1-0,2	17,4-17,6
Iberian pršuti	32,5-35,2	51,4-59,4	67,8-13,4	0,2-0,4	9,4-28,2
Pršut Bayonne	36,5	52,9	10,7-15,3	0,3-0,4	14,1-29,6
Korzikanski pršut	34,9-35,0	53,8-55,4	9,7-11,2	0,3	8,7
Parma pršut	30,4-37,9	50,2-54,6	7,3-17,8	0,2-0,6	12,3-39,9
Toskanski pršut	33,3	51,4	15,4	0,5	14,2

Razlike u okusu i aromi vezane su za količinu, sastav i način razgradnje lipida tijekom postupka prerade (Krvavica i sur., 2012). Najintenzivnije lipolitičke promjene događaju se za vrijeme prvih pet mjeseci preradbenog procesa (Toldrá i Flores, 1998), a nastaju uglavnom zahvaljujući djelovanju endogenih enzimskih sustava mišićnog i masnog tkiva trajnih kobasica.

Djelovanje lipaza i fosfolipaza mišićnog i masnog tkiva na trigliceride i fosfolipide, dovodi do nagomilavanja slobodnih masnih kiselina čijom autoksidacijom ili enzimskom oksidacijom nastaju hlapive komponente specifičnih aroma i okusa koje se povezuju s aromom i okusom određenih tipova suhomesnatih proizvoda (Timón i sur., 2001). Na Slici 3. nalazi se shematski prikaz procesa lipolize.



Slika 3. Prikaz post-mortem lipolize i nastanka komponenata arome (Toldra, 1998)

Produkti lipolize igraju vrlo značajnu ulogu u stvaranju komponenata arome i okusa pršuta, te njihovih prekursora. Slobodne masne kiseline nastale u procesu lipolize, osobito one višestruko nezasićene, stvaranjem prekursora okusa i arome služe kao supstrat za buduće oksidacijske procese te izravno utječu na aromu i okus, odnosno kvalitetu trajnih kobasica.

3. Materijali i metode

3.1. Materijali

Za istraživanje su korišteni uzorci trajnih kobasica iz dviju serija (šarži) kobasica proizvedenih od svinja autohtone turopoljske pasmine iz otvorenog uzgoja, hranjenih s ili bez dodatka žira (ŽIR I SMJESA). Obje su serije trajnih kobasica proizvedene u istom mesno-prerađivačkom objektu u okolici Zagreba (IGO-MAT d.o.o., Otruševac) korištenjem jednakih sastojaka i prema istoj recepturi i tehnološkim parametrima prerade. Ukratko, odabrano i prethodno usitnjeno svinjsko meso (dijelovi leđa, lopatice i vrata) i čvrsto masno tkivo (leđna slanina) izmiješani su uz dodatak 2,5% soli i začina (crni papar u zrnu i mljeveni, češnjak) te nadjeveni u kolagenske ovitke većeg promjera (\varnothing 55 mm) do ukupne mase punjenja od oko 1 kg. Po nadijevanju, kobasice su podvezane špagom, hladno dimljene u dimnoj komori ($T=18^{\circ}$ C, $Rh=80\%$) te podvrgnute fermentaciji i zrenju u kontroliranim uvjetima ($T=12^{\circ}$ C, $Rh=75\%$) kroz 90 dana, nakon čega su vakuumirane i čuvane na hladnom ($T=4^{\circ}$ C) i tamnom u prostoru za pohranu gotovih proizvoda. Jedina razlika između dvije šarže proizvedenih trajnih kobasica bila je u završnoj hranidbi svinja čije su meso i masno tkivo korišteni kao sirovina u proizvodnji kobasica. Naime, „žir“ serija trajnih kobasica bila je proizvedena od turopoljskih svinja koje su kroz period 1,5 mjesec prije klanja bile hranjene standardnom krmnom smjesom za tov (ST-2) uz dodatak žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), koji se nekada tradicionalno koristio u hranidbi turopoljskih svinja, dok su kobasice serije „smjesa“ bile proizvedene od turopoljskih svinja koje su u navedenom periodu bile hranjene samo standardnom krmnom smjesom za svinje u tovu. Prosječna dob i završna masa tovljenika prije klanja iznosila je $18,15 \pm 1,4$ mjeseci i $94,8 \pm 11,5$ kg.

3.2. Metoda rada

3.2.1 Određivanje masti

3.2.1.1 Određivanja sastava masnih kiselina

Za određivanje sastava masnih kiselina u uzorcima masti plinskom kromatografijom potrebno je prevesti masne kiseline u njihove metilne estere. Metilni esteri pripremljeni su metodom po Bannonu (HRN EN ISO 5509:2004). Odvagano je 60 mg uzorka masti i otopljeno u 4 mL izooktana u epruveti volumena oko 10 mL sa staklenim čepom. Zatim se u epruvetu dodalo 200 μ L metanolne otopine KOH ($c = 2 \text{ mol L}^{-1}$) i snažno protrese oko 30 sekundi. Ostavilo se na sobnoj temperaturi da reagira. Nakon što se reakcijska smjesa izbistri i glicerolni sloj se odvoji na dnu epruvete, u nju se doda 1 g natrijeva hidrogensulfata monohidrata kako bi se smjesa neutralizirala. Bistra otopina se prebaci u vijalicu.

Metilni esteri masnih kiselina analizirani su metodom (HRN EN ISO 5508:1990.)

Pripremljen uzorak analiziran je na plinskom kromatografu Agilent Technologies 6890N Network GC System (Santa Clara, SAD) opremljenom sa plamenoionizacijskim detektorom (FID) koji je preko kanala spojen na računalo.

U kompjuterskom sustavu zadani su uvjeti analize koji su postavljeni nakon provedenih preliminarnih ispitivanja po kojima su odabrani optimalni uvjeti (temperatura kolone, detektora, injektora i „aux-a“, protok plina i količina injektiranog uzorka). Temperatura injektora s mogućnošću djelomičnog unošenja uzorka je bila 250°C, početna temperatura kolone 220°C koja je zadržana 15 min. Temperatura plamenoionizacijskog detektora je bila 260°C.

Identifikacija pojedinih masnih kiselina provedena je usporedbom vremena zadržavanja metilnih estera pojedine masne kiseline s vremenima zadržavanja metilnih estera standardne smjese 37 masnih kiselina (F.A.M.E. C4 - C24, Supelco) poznatog sastava.

3.2.1.2 Određivanje udjela masti po Soxhletu

Ekstrakcijom masti po Soxhletu određena je slobodna mast (HRN ISO 1443:1999). Aparatura se sastoji od tikvice, ekstraktora, i hladila. Na osušenu i izvaganu tikvicu stavio se ekstraktor s čahutom u kojem je uzorak, doda se otapalo i stavi hladilo, te provodi kontinuirana ekstrakcija do iscrpljenja namirnice. Vrijeme ekstrakcije je obično propisano metodom. Po završetku ekstrakcije, otapalo se predestiliralo u istoj aparaturi, a mast koja je zaostala u tikvici se sušila i vagala.

U odmašćeni tuljak za ekstrakciju odvagano je na analitičkoj vagi oko 5 g uzorka. Tikvica po Soxhletu s dvije kuglica za vrenje.

Osušeni se tuljak stavio u ekstraktor aparata po Soxhletu, spojila se tikvica i dodalo se oko 150 mL etera ili petrol-etera. Otapalo se zatim predestiliralo, ostatak ispario na vodenoj kupelji, a tikvica se sušila u sušioniku na temperaturi od 100 – 102°C. Tikvica se hladila u eksikatoru 30 minuta i vagala na analitičkoj vagi. Ponovno se sušila 30 minuta na temperaturi od 100 – 102°C, odnosno, do konstantne mase.

3.2.2 Određivanje arome

3.2.2.1 Priprema uzorka

Uzorci kobasica (žir i smjesa) homogenizirani su u komercijalnom procesoru hrane. Izvagano je 10 g uzorka kobasice načinjene od svinja koje su se prethodno hranjenih žirom koji je homogeniziran uz dodatak 25 mL zasićene otopine NaCl-a (35,9 g NaCl-a otopljeno je u 100 mL redestilirane vode). 10 mL uzorka kvantitativno je preneseno u stakleni vial od 20 mL u koji je prethodno postavljen magnet za miješanje i zatvoreno s PTEF čepom. Isti postupak ponovljen je s uzorkom kobasice koja je načinjena od svinja koje su se prethodno hranile smjesom

3.2.2.2 Primjena HS-SPME metode

Za SPME u ispitivnjama korišteno je vlakno obloženo s DVB/Carboxen/PDMS punilom (divinilbenzen/karboksen/poli-dimetilsiloksan) debljine 50/30µm, 2 cm duljine (Supelco, Bellefonte, PA, USA), a prije same ekstrakcije prekondicionirano je 1 sat na 270 °C, prema specifikaciji proizvođača. Pripremljeni uzorak postavljen je u grijaći blok temperature 50 °C, probušen je PTEF čep na viali s uzorkom te je iz igle istisnuto

vlakno s punilom. Na ovaj način punilo vlakna dolazi u kontakt s prostorom iznad uzorka (*headspace*) gdje se provodi adsorpcija hlapivih sastojaka iz uzorka na stacionarnu polimernu fazu vlakna. Ekstrakcija je provedena na 50 °C u trajanju 180 minuta uz konstantno miješanje u grijaćem bloku Pierce Reacti-Therm Heating/Stirring Module 18971. Nakon ekstrakcije SPME vlakno je direktno prebačeno u injektor plinskog kromatografa s masenim spektrofotometrom.

3.2.2.3 Plinska kromatografija – masena spektrometrija (GC-MS)

Odmah po završetku ekstrakcije SPME vlakno izvađeno iz uzorka, injektirano je u 6890N plinski kromatograf (GC) povezan sa 5975i masenim spektrometrom (MS) (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). Prethodno adsorbirani analiti, pod utjecajem visoke temperature, desorbirani su sa vlakana.

Razdvajanje hlapivih sastojaka provedeno je pomoću DB-5ms, 30 m×0.25 mm kapilarne kolone debljine filma 0.25 µm (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). Kao plin nosač korišten je helij s brzinom protoka od 1.0 mL/min. Temperatura injektora plinskog kromatografa je postavljena na 250 °C s radnim područjem splitless, a vrijeme desorpcije bilo je 2 min. Temperatura detektora postavljena je na 250 °C, a temperatura prijelazne linije na 280 °C. Temperaturni program rada GC-MS uređaja podešen je tako da se temperatura 10 minuta održavala konstantnom na 40 °C, zatim je povišena na 200 °C na način da se svaku minutu temperatura povisila za 5 °C, te je na kraju temperatura povišena na 250 °C brzinom od 20 °C/min. Ova temperatura održavana je 5 min.

GC-MS uređaj radi na način da se hlapivi sastojci u plinu nosiocu uvode u kromatografsku kolonu ispunjenu nepokretnom fazom. Prolazom kroz kolonu smjesa tvari se razdjeljuje između nepokretne i pokretne faze na osnovi različite topljivosti u nepokretnoj fazi. Prva komponenta koja izlazi iz kolone najslabije je topljiva u nepokretnoj fazi. Odijeljene komponente na izlazu iz kolone ulaze u plameno-ionizacijski detektor masenog spektrometra. Maseni spektrometar detektira strukturne informacije odijeljenih komponenti uzorka. Rezultati analize hlapivih sastojaka uzoraka vidljivi su na računalu spojenom na GC-MS uređaj kao kromatogram. X-os kromatograma označava retencijsko vrijeme (RT), dok y-os označava visinu pika izdvojenih hlapivih spojeva.

Kako bi se izračunala retencijska vremena izdvojenih hlapivih spojeva prethodno je pripravljena smjesa C₈-C₂₀ n-alkana i analizirana pod istim kromatografskim uvjetima kao i uzorci kobasica.

3.3. Senzorska analiza

Predmet ovog istraživanja također bilo je provesti ispitivanje senzorskih karakteristika trajnih kobasica. U senzorskom ispitivanju sudjelovali su zaposlenici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu s različitih zavoda koji su ocjenjivali senzorske karakteristike trajnih kobasica. Sudjelovalo je 7 senzorskih analitičara, a također je provedena statistička analiza.

Senzorska svojstva trajnih kobasica sa „smjesom i žirom“ koja su ocjenjivana: izgled (intenzitet boje mišićnog tkiva, prisutnost masnog tkiva, ujednačenost nadjeva), miris (intenzitet mirisa), okus (intenzitet okusa, slatko, slano, kiselo, gorko), miris i okus (prisutnost dima, suhomesnatost, užglost), tekstura (tvrdoća, sočnost, topivost) i cjelokupna dopadljivost, brojčanim ocjenama od 0 do 10 na senzorskom listiću kao što je prikazano u tablici 3.

Tablica 3. Senzorski listić za ocjenu senzorskih svojstava trajnih kobasica

Senzorsko svojstvo	592	432
Izgled		
Intenzitet boje mišićnog tkiva		
Prisutnost masnog tkiva		
Ujednačenost nadjeva		
Miris		
Intenzitet mirisa		
Okus		
Intenzitet okusa		
Slatko		
Slano		
Kiselo		
Gorko		
Miris i okus		
Prisutnost dima		
Suhomesnato		
Užeglost		
Tekstura		
Tvrdoća (0-vrlo meko, 9-vrlo tvrdo)		
Sočnost (0-slaba, 9- izrazita)		
Topivost (0- slaba, 9-vrlo brza)		
Cjelokupna dopadljivost		

3.4. Statistička analiza

Statistička analiza dobivenih podataka određena je jednosmjernom analizom varijance (one-way ANOVA test) uz razinu značajnosti 5% ($P < 0,05$) s ciljem utvrđivanja razlika među uzorcima kobasica načinjenih od mesa svinja koje su se prethodno hranile žirom i smjesom. Za statističku obradu podataka korišten je računalni program Statistica 10.0 (StatSoft, Tulsa, Oklahoma, SAD).

4. Rezultati i rasprava

Cilj ovoga rada bio je odrediti kako hranidba svinja žirom utječe na hlapljive tvari arome, sastav masnih kiselina te na kvalitetu trajnih kobasica.

4.1 Sastav masnih kiselina

Tablica 4. Prikaz udjela pojedinih masnih kiselina

	ŽIR	SMJESA	p- vrijednost
C14:0	1,49±0,02	1,45±0,02	0,022
C16:0	28,63±0,30	27,68±1,19	0,172
C16:1	2,17±0,05	2,26±0,10	0,166
C17:0	0,36±0,01	0,35±0,01	0,134
C17:1	0,26±0,02	0,28±0,04	0,395
C18:0	15,43±0,26	14,81±0,81	0,200
C18:1t	0,48±0,01	0,46±0,02	0,344
C18:1c	40,55±0,21	41,54±1,16	0,143
C18:2c	0,13±0,35	8,59±0,74	0,301
C18:3n3	0,47±0,05	0,51±0,05	0,309
C20:0	0,23±0,00	0,22±0,01	0,278
C20:1	1,01±0,02	1,01±0,02	0,549
N.D.	0,79±0,02	0,84±0,05	0,113
SFA	46,14±0,54	44,52±2,03	0,174
MUFA	44,47±0,26	45,55±1,29	0,151
PUFA	8,6±0,40	9,1±0,79	0,296
n6	8,13±0,35	8,59±0,74	0,301
n3	0,47±0,05	0,51±0,05	0,309
n6/n3	17,47±1,18	16,96±0,76	0,496
MUFA/PUFA	5,18±0,24	5,03±0,35	0,500

ŽIR- skupina mesa od svinja hranjenih dodatkom žira

SMJESA- skupina mesa od svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom

U Tablici 4. prikazan je sastav masnih kiselina dviju skupina uzoraka iz provedenog istraživanja. Trajne kobasice dobivene od mesa svinje hranjene komercijalnom krmnom smjesom imaju u prosjeku 46,14% zasićenih masnih kiselina, 44,47% jednostruko nezasićenih masnih kiselina te 8,60% višestruko zasićenih masnih kiselina. S dru-

ge strane, trajne kobasice dobivene od mesa svinja hranjenih uz dodatak žira imaju u prosjeku 44,52% zasićenih masnih kiselina, 45,55% jednostruko nezasićenih masnih kiselina te 9,10% višestruko nezasićenih masnih kiselina. Iz svega navedenog može se zaključiti kako ne postoji statistički značajna razlika u udjelu pojedinih vrsta masnih kiselina u dvije promatrane skupine uzoraka. Najzastupljenije kiseline u obje skupine su palmitinska (28%), stearinska (15%), oleinska (41%) te linolna kiselina (8%). Pregledom dostupne literature uočava se sličnost s proizvodima sa susjednog tržišta. Naime, u tim proizvodima također su najzastupljenije kiseline palmitinska, stearinska, oleinska i linolna kiselina (Marušić Radovčić i sur., 2014). Brojna istraživanja i nutricionisti naglašavaju važnost omjera PUFA/SFA. Naime, prehrana bogata višestruko nezasićenim masnim kiselinama snizuje LDL kolesterol u krvi dok zasićene masne kiseline imaju suprotan učinak. Točnije, prethodna istraživanja navode preporučeni omjer iznad 0,4 (UK Department of Health, 1994). Nadalje, omjer PUFA/SFA iznosio je 0,95 te se među uzorcima nije značajno razlikovao. Prema tome, obje skupine uzorka sadrže povoljan masno-kiselinski sastav za ljudsku prehranu.

Ovaj rad prikazuje sastav masnih kiselina dviju skupina svinja. Udio C18:2 ω -6 veći je kod svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom nego li kod svinja hranjenih žirom (8,59 : 8,13 %). Udio ω -linolenske kiseline je veći kod skupine uzoraka kobasica proizvedenih od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom nego kod žira. Kod uzoraka s komercijalnom krmnom smjesom je udio C17:0 (palmitinska) veći nego kod žira. Također je i udio C18:1 ω -6 masne kiseline manji kod žira nego kod komercijalne krmne smjese.

Zatim, mnogobrojna istraživanja opisuju važnost smanjenog unosa ω -6 i povećanog unosa ω -3 masnih kiselina na zdravlje čovjeka. Dakle, povećan udio ω -6 i visok omjer ω -6/ ω -3 povezan je s nastankom raznih kardiovaskularnih poremećaja, raka i autoimunih bolesti, dok povećan udjel ω -3 i nizak omjer ω -6/ ω -3 imaju suprotan učinak. Omjer ω -6/ ω -3 bi trebao biti oko 4 (Simopoulos, 2004). Omjer ω -6/ ω -3 u kobasicama od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom je 17,47, dok je u „žir“ kobasicama 16,96. Ovi rezultati potvrđuju činjenicu kako meso sadrži niski udjel polinezasićenih ω -3 masnih kiselina te ovakav visok omjer ω -6/ ω -3, stoga, i ne čudi

(Fernandez i sur., 2007). Vidljiva je činjenica kako dodatak žira u prehranu svinja nije značajno utjecao na udjel ω -3 polinezasićenih masnih kiselina te kako je vrijednost omjera ω -6/ ω -3 ostala nepovoljna za prehranu čovjeka.

Istraživanja su pokazala da životinje koje su živjele slobodno, iz tradicionalnog načina uzgoja i hranjene su žirom i travom, da njihovi proizvodi imaju bolju nutritivnu vrijednost od proizvoda koji su odbiveni od životinja koje su držane u zatvorenom i hranjene su prehrambenim koncentratima. Kod životinja iz tradicionalnog načina uzgoja razina višestruko nezasićenih masnih kiselina je bila veća nego kod ostalih skupina, ali je i udio i oleinske kiselina bio veći. Skupina kobasica od mesa svinja hranjenih žirom sadržavala je veći udio γ -tokoferola dok je udio α -tokoferola bio značajno manji u odnosu na ostale skupine.

4.2. Hlapivi spojevi u trajnim kobasicama (smjesa i žir)

U sljedećim tablicama (5-14) prikazane su vrste i udjeli hlapivih spojeva izraženih u postocima od ukupne površine identificiranih pikova za sve uzorke kobasica. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost \pm st. devijacija.

Tablica 5. Udio terpenskih spojeva u uzorcima kobasica smjesa i žir (% od ukupne površine)

Ime spoja	RI	SMJESA	ŽIR	Identifikaija	p-vrijednost
α -pinen	937	2,51 \pm 0,59	3,46 \pm 0,64	MS, RI	0,133
δ -terpinen	948	0,08 \pm 0,06	0,07 \pm 0,06	MS, RI	0,851
Kampfen	953	0,07 \pm 0,01	0,00 \pm 0,00	MS, RI	<0,001
β -felandren	976	6,14 \pm 1,63	5,84 \pm 5,09	MS, RI	0,929
β -pinen	979	4,14 \pm 0,62	5,78 \pm 1,81	MS, RI	0,213
β -mikren	992	2,17 \pm 0,87	1,16 \pm 0,42	MS, RI	0,147
3-karen	1005	4,57 \pm 0,51	5,40 \pm 1,14	MS, RI	0,311
4-karen	1016	1,44 \pm 0,11	1,35 \pm 0,04	MS, RI	0,277
Limonen	1033	13,94 \pm 1,44	16,42 \pm 2,16	MS, RI	0,173
α -kubeben	1376	1,92 \pm 0,12	0,00 \pm 0,00	MS, RI	<0,001

α-kariofilen	1422	10,79±3,82	9,49±0,62	MS, RI	0,592
γ-elemen	1429	0,31±0,11	0,25±0,01	MS, RI	0,449
α-felandren	931	3,35±0,37	2,50±2,19	MS, RI	0,542
β-kariofilen	1456	0,71±0,26	0,08±0,03	MS, RI	0,014
Isokariofilen	1484	0,09±0,03	0,00±0,00	MS, RI	0,01
Kariofilen oksid	1582	0,11±0,02	0,13±0,14	MS, RI	0

SMJESA- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom

ŽIR- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih dodatkom žira

RI-retencijski indeks

Tablica 6. Udio aldehida u uzorcima kobasica smjesa i žir (% od ukupne površine)

Ime spoja	RI	SMJESA	ŽIR	Identifikacija	p-vrijednost
3-metilbutanal	690	0,06±0,05	0,00±0,00	MS, RI	0,090
Heksanal	798	1,12±0,12	2,39±2,71	MS, RI	0,465
Heptanal	901	0,48±0,04	0,00±0,00	MS, RI	0,000
Benzaldehid	967	1,73±0,60	4,36±4,58	MS, RI	0,381
Nonanal	1105	2,69±0,95	5,18±1,17	MS, RI	0,046
Trans-2-nonenal	1162	0,20±0,03	0,00±0,00	MS, RI	<0,001
Dekanal	1206	0,21±0,01	0,00±0,00	MS, RI	<0,001
2,4-nonadienal	1215	0,06±0,02	0,28±0,25	MS, RI	0,210
2-dekenal	1263	0,25±0,02	0,50±0,32	MS, RI	0,247
Benzenacetaldehid	1268	0,25±0,11	0,23±0,05	MS, RI	0,748
2,4-dekadienal	1324	0,06±0,01	0,17±0,19	MS, RI	0,389

SMJESA- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom

ŽIR- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih dodatkom žira

RI- retencijski indeks

Tablica 7. Udio aromatskih ugljikovodika u uzorcima kobasica smjesa i žir (% od ukupne površine)

Ime spoja	RI	SMJESA	ŽIR	identifikacija	p-vrijednost
Toluen	770	1,35±1,48	0,74±0,90	MS, RI	0,570
Metoksifenil-oksim	921	1,00±0,22	0,88±0,78	MS, RI	0,801
1-metil-3-benzen	1025	0,00±0,00	1,15±0,05	MS, RI	<0,001
1-metil-2-benzen	1025	1,49±0,23	0,00±0,00	MS, RI	<0,001
1-metil-1,4-cikloheksadien	1060	1,88±0,19	0,00±0,00	MS, RI	<0,001
Ciklookatn	1077	0,35±0,15	0,33±0,29	MS, RI	0,947
1-metil-4-benzen	1089	0,21±0,02	0,15±0,13	MS, RI	0,477
2-metoksi-3-metilpirazin	1125	0,14±0,03	0,00±0,00	MS, RI	0,001
1,3,5-tris(metilen)cikloheptan	1132	0,14±0,04	0,00±0,00	MS, RI	0,003
4-metil-1,3-cikloheksen	1181	0,99±0,09	1,36±0,92	MS, RI	0,524
3,4-dimetil-3-ciklohepten-1-on	1219	0,07±0,02	0,00±0,00	MS, RI	0,007
2,3-dimetoksitoluen	1239	0,17±0,02	0,00±0,00	MS, RI	<0,001
2-metil-5,2-cikloheksen-1-on	1224	0,18±0,03	0,26±0,10	MS, RI	0,268
4-etenil-4-metil-3-cikloheksan	1334	0,60±0,26	0,00±0,00	MS, RI	0,017
Cikloheksan	1389	0,22±0,06	0,36±0,06	MS, RI	0,045
1-etenil-1-metil-2,4-biscikloheksan	1389	0,35±0,09	0,00±0,00	MS, RI	0,002
Ciklodekan	1475	0,00±0,00	0,17±0,16	MS, RI	0,137
Benzen	1481	0,16±0,04	0,00±0,00	MS, RI	0,002
1,4-metilbenzen	1481	0,00±0,00	0,15±0,05	MS, RI	0,004
Naftalen	1493	0,82±0,25	0,24±0,06	MS, RI	0,017

SMJESA- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom

ŽIR- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih dodatkom žira

RI- retencijski indeks

Tablica 8. Udio fenola u uzorcima kobasica smjesa i žir (% od ukupne površine)

Ime spoja	RI	SMJESA	ŽIR	identifikacija	p-vrijednost
Fenol	989	0,46±0,26	0,00±0,00	MS, RI	0,037
2,6-dimetilfenol	1000	0,16±0,05	0,00±0,00	MS, RI	0,004
3-metilfenol	1081	0,23±0,20	0,79±0,74	MS, RI	0,278
2-metoksifenol	1085	3,03±0,14	2,63±0,82	MS, RI	0,453
2,4-dimetilfenol	1153	0,03±0,03	0,00±0,00	MS, RI	0,121
2-metoksi-3-metilfenol	1169	0,05±0,03	0,10±0,06	MS, RI	0,355
3,5-dimetilfenol	1172	0,10±0,01	0,00±0,00	MS, RI	<0,001
2-metoksi-4-metilfenol	1187	1,50±0,21	1,23±0,56	MS, RI	0,483
4-etil-2-metoksifenol	1273	0,30±0,08	0,37±0,07	MS, RI	0,284
2-metoksi-4-vinilfenol	1308	0,13±0,04	0,15±0,03	MS, RI	0,643
2,6-dimetoksifenol	1345	0,34±0,08	0,26±0,07	MS, RI	0,255
Eugenol	1352	0,11±0,01	0,08±0,02	MS, RI	0,067
2-metoksi-4-fenol	1447	0,10±0,02	0,09±0,02	MS, RI	0,468

SMJESA- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom

ŽIR- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih dodatkom žira

RI- retencijski indeks

Tablica 9. Udio kiselina u uzorcima kobasica smjesa i žir (% od ukupne površine)

Ime spoja	RI	SMJESA	ŽIR	Identifikacija	p-vrijednost
Heksanska kiselina	1013	0,33±0,06	0,79±0,72	MS, RI	0,355
Oktanska kiselina	1197	1,95±1,17	1,03±0,49	MS, RI	0,278
Heksadekanska kiselina	1238	0,00±0,00	0,10±0,09	MS, RI	0,117
4-metil-2-pentanska kiselina	1303	0,00±0,00	0,27±0,02	MS, RI	<0,001
Dekanska kiselina	1379	0,00±0,00	1,08±0,45	MS, RI	0,014
N-dekanska kiselina	1384	2,35±1,05	0,00±0,00	MS, RI	0,018
Benzojeva kiselina	1440	0,16±0,03	0,08±0,04	MS, RI	0,036
Dodekanska kiselina	1570	0,49±0,15	0,31±0,27	MS, RI	0,370
Tetradekanska kis	1761	0,23±0,11	0,00±0,00	MS, RI	0,023
N-heksadekanska kiselina	1970	0,16±0,09	0,00±0,00	MS, RI	0,034
Oleinska kiselina	2054	0,08±0,04	0,00±0,00	MS, RI	0,038

SMJESA- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom

ŽIR- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih dodatkom žira

RI- retencijski indeks

Tablica 10. Udio alkohola u uzorcima kobasica smjesa i žir (% od ukupne površine)

Ime spoja	RI	SMJESA	ŽIR	Identifikacija	p-vrijednost
3-metil-1-pentanol	872	0,04±0,02	0,00±0,00	MS, RI	0,026
2-butoksietanol	906	0,15±0,01	0,00±0,00	MS, RI	<0,001
2-cikloheksanol	983	0,31±0,06	0,58±0,26	MS, RI	0,144
1-okten-3-ol	986	0,51±0,25	0,98±0,91	MS, RI	0,432
4-metil-1,3-cikloheksen-1-ol	1073	0,52±0,06	0,00±0,00	MS, RI	<0,001
3,4-dimetilcikloheksanol	1095	0,15±0,02	0,18±0,00	MS, RI	0,040
3,7-dimetil-1,6-oktadien-3-ol	1100	0,93±0,14	1,33±0,54	MS, RI	0,296
Fenil etil alkohol	1112	2,93±1,89	3,15±0,54	MS, RI	0,858
Geraniol	1250	0,09±0,03	0,00±0,00	MS, RI	0,012

SMJESA- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom

ŽIR- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih dodatkom žira

RI- retencijski indeks

Tablica 11. Udio spojeva sa sumporom u uzorcima kobasica smjesa i žir (% od ukupne površine)

Ime spoja	RI	SMJESA	ŽIR	Identifikacija	p-vrijednost
Alilmetil sulfid	714	1,67±0,20	1,35±0,40	MS, RI	0,293
Alil sulfid	855	0,53±0,09	0,41±0,13	MS, RI	0,281
Metil-2-propenildisulfid	915	0,12±0,01	0,00±0,00	MS, RI	<0,001
Di-2-propenilsulfid	1079	2,24±0,54	0,00±0,00	MS, RI	0,002
Di-2-propeniltrisulfid	1299	0,11±0,02	0,00±0,00	MS, RI	<0,001

SMJESA- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom

ŽIR- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih dodatkom žira

RI- retencijski indeks

Tablica 12. Udio ketona u uzorcima kobasica smjesa i žir (% od ukupne površine)

Ime spoja	RI	SMJESA	ŽIR	identifikacija	p-vrijednost
2-butanon	664	1,22±0,71	2,06±0,38	MS, RI	0,147
2-heptanon	890	0,10±0,06	0,00±0,00	MS, RI	0,036
6-metil-3-heptanon	990	0,57±0,28	0,45±0,39	MS, RI	0,670
1-fenil-etanon	1066	0,11±0,08	0,00±0,00	MS, RI	0,083
2-nonanon	1092	0,38±0,05	0,00±0,00	MS, RI	<0,001
γ –oktalakton	1254	0,11±0,03	0,14±0,03	MS, RI	0,306
2-undekanon	1292	0,13±0,02	0,00±0,00	MS, RI	<0,001
Dihidro-5-pentil-2-furanon	1359	0,06±0,00	0,08±0,02	MS, RI	0,091

SMJESA- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom

ŽIR- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih dodatkom žira

RI- retencijski indeks

Tablica 13. Udio alifatskih ugljikovodika u uzorcima kobasica smjesa i žir (% od ukupne površine)

Ime spoja	RI	SMJESA	ŽIR	identifikacija	p-vrijednost
2,5-dimetil-1,4-heksadien	908	0,19±0,07	0,13±0,06	MS, RI	0,294
3-metilheptan	1054	0,16±0,03	0,00±0,00	MS, RI	0,001
Tetradekan	1400	0,06±0,03	0,00±0,00	MS, RI	0,027
3,7-dimetil-1,6-oktadien	1409	0,07±0,02	0,11±0,06	MS, RI	0,308
7,11-dimetil-3-metilen-1,6,10-dodekatrien	1453	0,00±0,00	0,11±0,03	MS, RI	0,004
Pentadekan	1500	0,07±0,02	0,10±0,11	MS, RI	0,710
1-heptadeken	1690	0,28±0,06	0,00±0,00	MS, RI	0,001

SMJESA- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom

ŽIR- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih dodatkom žira

RI- retencijski indeks

Tablica 14. Udio estera u uzorcima kobasica smjesa i žir (% od ukupne površine)

Ime spoja	RI	SMJESA	ŽIR	identifikacija	p-vrijednost
Etil propionat	724	0,00±0,00	0,62±0,33	MS, RI	0,029
1-metilpropil ester propanska kiselina	849	0,00±0,00	0,59±0,27	MS, RI	0,020
Propil heksanoat	1134	0,00±0,00	0,09±0,08	MS, RI	0,116
Iso butil kuprilat	1326	0,06±0,05	0,06±0,01	MS, RI	0,740

SMJESA- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom

ŽIR- skupina uzoraka od mesa svinja hranjenih dodatkom žira

RI- retencijski indeks

Plinsko kromatografsko-masenom spektrometrijskom (GC-MS) analizom uzoraka kobasica smjesa i žir pronađeno je 106 hlapivih sastojaka arome. Rezultati analize i podjela identificiranih spojeva arome prema pripadajućim kemijskim grupama prikazani su u tablicama 5-14. U uzorcima kobasica nađeno je 16 terpena, 12 aldehida, 21 aromatski ugljikovodika, 13 fenola, 11 kiselina, 9 alkohola, 5 spojeva sa sumporom, 8 ketona, 7 alifatski ugljikovodika, 4 estera .

Identificirani spojevi mogu se svrstati u nekoliko kemijskih grupa spojeva. U kobasicama „smjesa“ zastupljeni su bili terpeni (52%), aldehidi (11%), aromatski ugljikovodici (10%), fenoli (7%), kiseline (6%), alkoholi (5%), spojeva sa sumporom (5%), ketoni (3%), alifatski ugljikovodici (1%), dok esteri (0%) nisu identificirani. U kobasicama sa „žirom“ zastupljeni su bili terpeni (54%), aldehidi(17%), aromatski ugljikovodici (6%), fenoli (6%), kiseline (4%), alkoholi (6%), spojevi sa sumporom (2%), ketoni (3%), alifatski ugljikovodici (1%). Najzastupljenije grupe spojeva u kobasicama sa „smjesom i žirom“ bili su terpeni, aldehidi, aromatski ugljikovodici i fenoli.

Važnu ulogu u formiranju hlapivih spojeva imaju proteolitički i lipolitički enzimi. Hlapljive tvari arome nastaju reakcijama kemijske ili enzimske oksidacije nezasićenih masnih kiselina te daljnjim interakcijama s proteinima, peptidima i slobodnim aminokiselinama (Krvavica i sur., 2012). Također hlapivi spojevi nastaju i Streckerovom razgradnjom slobodnih aminokiselina.

Najznačajnija skupina spojeva u kobasicama „smjesa i žir“ jesu terpeni, u kobasicama sa „smjesom“ (52%), u kobasicama sa „žirom (54%) nalaze se u najvećem postotku i time najviše doprinose aromi kobasica. Terpeni potječu od začina, a njihova prisutnost u kobasicama općenito se pripisuje dodatkom začina, ponajviše papra. Terpeni čine 90 % esencijalnog ulja papra (Sabio i sur., 1998). No neki od njih povezuju se s njihovom prisutnosti u ishrani životinja (Ansorena i sur., 2001). Nađeno je 16 različitih spojeva terpena nakon provedenog istraživanja u kobasicama koje su

načinjene od svinja koje su se prethodno hranile smjesom i žirom. U najvećem udjelu pronađeni spojevi u kobasicama sa „smjesom“ su limonen (13,94%), beta felandren (6,14%), 3-karen (4,57%) i beta pinen (4,14%). Dok u kobasicama sa „žirom“ u najvećoj mjeri prisutni su limonen (16,42%), beta felandren (5,84%), beta pinen (5,78%) i 3-karen (5,40%). Iz rezultata je vidljivo da su spojevi isti, samo je mala razlika u prisutnosti. Za usporedbu, u istraživanju aromatskih komponenti u tradicionalno rumunjskoj trajnoj kobasici, pokazano je kako u njoj ima od 8-10% terpena. Točnije, u tom istraživanju nađeno je 7 terpena od kojih je najviše bilo: limonena (2-3%), 3-karena (3-4%), alfa-pinena (1-1.5%) te beta-pinena (oko 1%). Vidljiva je sličnost u sastavu terpenskih komponentata, no razlika je u njihovoj koncentraciji (Ciuciu i sur., 2014.)

Aldehidi su druga najznačajnija grupa pojeva pronađena u uzorcima kobasica. Aldehidi su glavni sekundarni produkti oksidacije lipida. Prema istraživanju u uzorcima kobasica pronađeno je 12 različitih spojeva aldehida od toga u najvećem udjelu u kobasicama sa „smjesom“ prisutni su: nonanal (2,69%), benzaldehid (1,73%), heksanal (1,12%) dok u kobasicama sa „žirom“ prisutni su isti spojevi samo u većem udjelu: nonanal (5,18%), benzaldehid (4,36%), heksanal (2,39%). Nonanal i heksanal su nerazgranati aldehidi uglavnom nastaju oksidativnom degradacijom nezasićenih masnih kiselina. Heksanal je glavni produkt oksidacije u trajnim suhomesnatim proizvodima, a aroma mu se može opisati kao zelena i masna aroma (Garcia-González i sur., 2008). Nonanal doprinosi ukupnom osjetu arome sa slatkom i voćnom aromom (Nunes i sur., 2008). Benzaldehid potječe od lovora (Maarse i Visscher, 1989). Za usporedbu, ispitivanje hlapljivih komponentata arome u poljskoj trajnoj kobasici od tri različita proizvođača, aldehidi su, potvrđeni kao druga najznačajnija grupa spojeva, te ih je pronađeno ukupno 5. Najznačajniji je bio heksanal (0,17%, 8,84%, 1,32%), a još su bili prisutni prisutni furfural (1,36%, 1%, a u jednoj kobasici nije detektiran), te oktanal (0,12%, 0,21%, 0,31%) koji u našem istraživanju nisu pronađeni (Gorska i sur., 2016) i nonanal (0,53%, 0,46%, 0,93%).

Spojevi koji su također nađeni u uzorcima kobasica, a potječu od lipidne oksidacije su alkoholi i ketoni. Navedene komponente mogu nastati oksidacijom metil razgra-

natih masnih kiselina koje su u malim količinama zastupljene u animalnim tkivima (Berdagué i sur., 1991).

Alkoholi mogu nastati proteolizom i lipolizom tijekom faze zrenja, ali i mikrobiološkom aktivnošću. Njihov prag osjetljivosti viši je od praga osjetljivosti za aldehide pa imaju manji utjecaj na aromu. U provedenom istraživanju u uzorcima kobasica pronađeno je 9 različitih spojeva alkohola od kojih najveći udio u kobasicama sa „smjesom“ zauzimaju fenil etil alkohol (2,93%) i 3,7-dimetil-1,6-oktadien-3-ol (0,93%), dok su u uzorcima kobasice sa „žicom“ također ova dva spomenuta alkohola najviše prisutna, no uz malo veći postotak: fenil etil alkohol (3,15%), 3,7-dimetil-1,6-oktadien-3-ol (1,33%). U ovom uzorku kobasice je malo značajnije prisutan i alkohol 1-okten-3-ol (0,98%). Nezasićeni alkohol 1-okten-3-ol daje najveći doprinos aromi iz grupe alkohola zbog praga osjetljivosti. Za usporedbu, ispitivanjem tradicionalnih turskih trajnih kobasica od pet različitih proizvođača pronađeno je 7 alkohola, od kojih niti jedan nije među pronađenim alkoholima iz provedenog istraživanja. Među njima je značajan heksanol ($0,31 \pm 0,02\%$), 2-etilheksanol ($0,20 \pm 0,41\%$) te benzenmetanol koji se nalazio u svih pet kobasica ($0,46 \pm 0,04\%$; $3,82 \pm 1,86\%$; $0,12 \pm 0,03\%$; $0,12 \pm 0,08\%$; $0,23 \pm 0,2\%$) (Kaban, 2010).

Ketoni nastaju dekarboksilacijom β -keto kiseline ili β -oksidacijom masnih kiselina (Berdagué i sur., 1991). U uzorcima kobasica u ovom istraživanju pronađeno je 8 različitih spojeva ketona od kojih u kobasicama sa „smjesom“ u najvećoj mjeri zastupljeni su: 2-butanon (1,22%), 6-metil-3-heptanon (0,57%), a u kobasicama sa „žicom“ zastupljeni su: 2-butanon (2,06%), 6-metil-3-heptanon (0,45%). Visok intenzitet ketona daje lošu kvalitetu općenito suhomesnatim proizvodima zbog intenzivnog mirisa.

Esteri su brojčano najmanje prisutna grupa spojeva koji su pronađeni u kobasicama na kojima je provedeno istraživanje. Esteri nastaju esterifikacijom karboksilnih kiselina i alkohola (Sabio i sur., 1998). Esteri daju voćne note proizvodima i to oni koji nastaju od kratkolančanih kiselina. Esteri sa dugolančanim kiselinama imaju miris na mast (Marušić, 2013). Istraživanjem se pokazalo da su izrazito maloj mjeri prisutni este-

ri u kobasicama sa „smjesom i žirom“ možemo samo izdvojiti kao predstavnika također prisutnog u vrlo maloj količini iso-butyl-kuprilat (0,06%).

Po broju spojeva, druga najzastupljenija skupina hlapivih spojeva u kobasicama sa „smjesom“ i „žirom“ su fenoli. Nastaju u postupku pirolize drveta na temperaturi između 300 i 550 °C, integralni su dio okusa i arome po dimu. Pronađeno je 13 različitih spojeva fenola od kojih su najznačajniji u kobasicama sa „smjesom“ prema zastupljenosti: 2-metoksifenol (3,03%), 2-metoksi-4-metilfenol (1,50%) i fenol (0,46%), a u kobasicama sa „žirom“ identificirani su isti spojevi samo u malo manjem udjelu 2-metoksifenol (2,63%), 2-metoksi-4-metilfenol (1,23%) dok fenol nije prisutan. Metoksifenoli su najzastupljeniji sastojci dima, od kojih 20-30% otpada na 2-metoksifenole, a 70-80% na 2,6-dimetoksifenole što je osobito svojstveno dimu tvrdog drveta, dok dim proizveden od biomase mekih vrsta drveta sadrži veći udio 2-metoksifenola (Kjällstrand i sur., 2000).

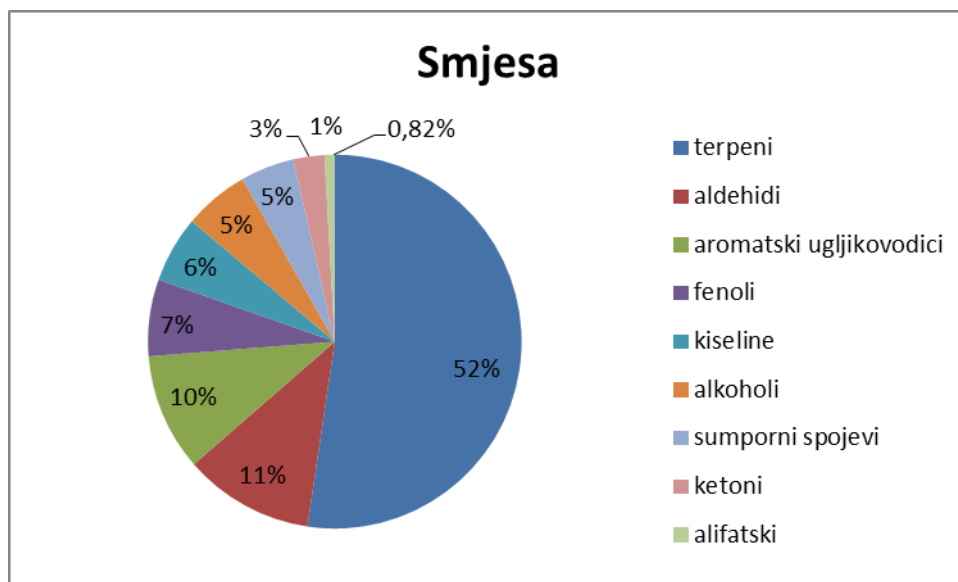
Aromatski ugljikovodici su brojčano najzastupljenija grupa hlapivih spojeva u kobasicama. Najznačajniji predstavnici aromatskih ugljikovodika u kobasicama sa „smjesom“ su 1-metil-1,4-cikloheksadien (1,88%), 1-metil-2-benzen (1,49%), toluen (1,35%), metoksifenil-oksim (1,00%), dok su u kobasicama sa „žirom“ najznačajniji su 4-metil-1,3-cikloheksen (1,36%), 1-metil-3-benzen (1,15%), metoksifenil-oksim (0,88%) i toluen (0,74%).

Najzastupljenije kiseline u kobasicama sa „smjesom“ su N-dekanska kiselina (2,35%), oktanska kiselina (1,95%), dodekanska kiselina (0,49%), a najzastupljenije u kobasicama sa „žirom“ su dekanska kiselina (1,08%), oktanska kiselina (1,03%) i heksanska kiselina (0,79%).

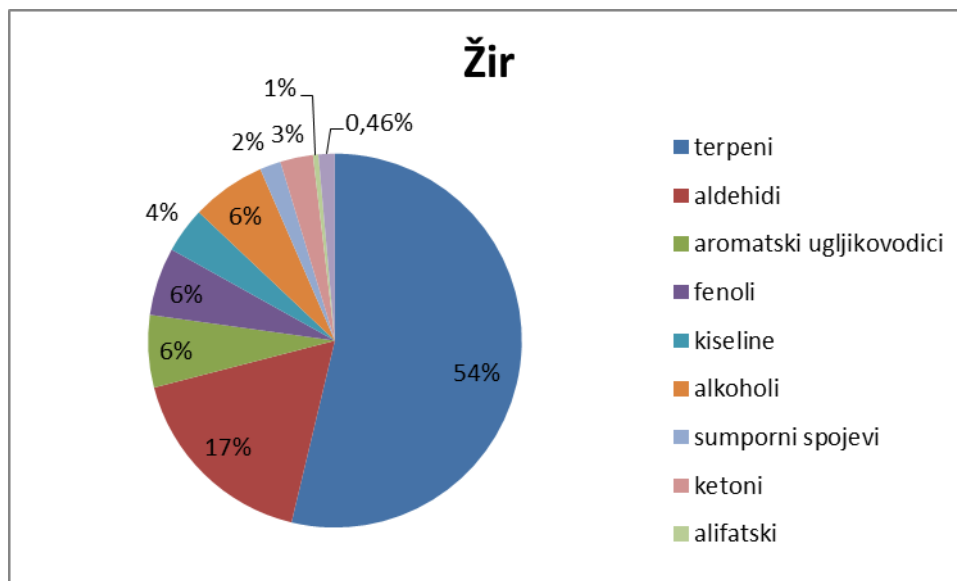
Alifatski ugljikovodici su također hlapivi spojevi koji su zastupljeni u kobasicama, no u malim udjelima. Kao najznačajniji predstavnici prema njihovom udjelu u kobasicama sa „smjesom“ mogu se izdvojiti 1-heptadeken (0,28%), 2,5-dimetil-1,4-heksadien (0,19%), 3-metilheptan (0,16%) dok se u kobasicama sa „žirom“ izdvajaju

2,5-dimetil-1,4-heksadien (0,13%) i prema jednakom udjelu 3,7-dimetil-1,6-oktadien (0,11%), 7,11-dimetil-3-metilen-1,6,10 dodekatrien (0,11%).

Spojevi sa sumporom su zadnja skupina hlapivih spojeva koji su identificirani u kobasicama. Kao najznačajniji predstavnici ove grupe u kobasicama sa „smjesom“ su di-2-propenilsulfid (2,24%), alilmetil-sulfid (1,67%) i alil-sulfid (0,53%), dok su u kobasicama sa „žicom“ alilmetil-sulfid (1,35%) i alil-sulfid (0,41) ostali nisu detektirani. Na slikama 4 i 5 grafički su prikazani udjeli pojedinih spojeva u trajnim kobasicama.



Slika 4. Grafički prikaz udjela pojedinih spojeva u trajnim kobasicama napravljenim od mesa svinje hranjenih „smjesom“



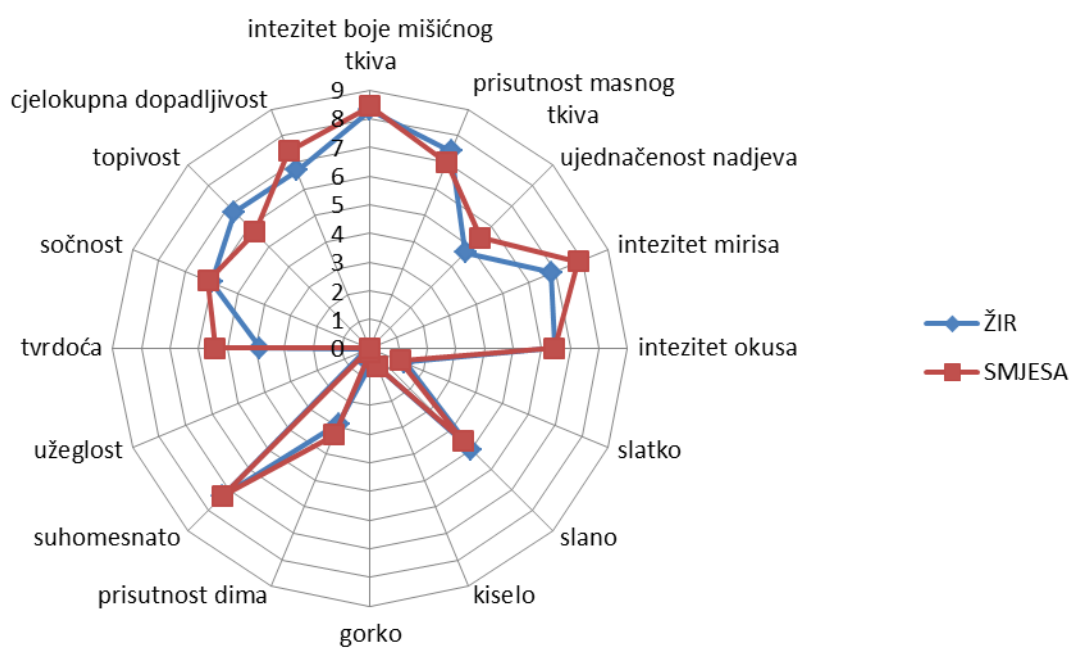
Slika 5. Grafički prikaz udjela pojedinih spojeva u trajnim kobasicama napravljenim od mesa svinje hranjenih „žikom“

4.3. Senzorska svojstva kobasica

Analiza je pokazala da nema velikih odstupanja u ocjenama senzorskih analitičara. Aritmetičkom sredinom za pojedino senzorsko svojstvo svakog senzoričara utvrđeno je da je najveća ocjena 8,29 „žir“ i 8,43 „smjesa“ data intenzitetu boje mišićnog tkiva, a najmanja ocjena 0,14 „žir“ i 0,00 „smjesa“ dana užeglosti što je dobro jer to negativna osobina svakog suhomesnatog proizvoda. Pregledom ocjena senzoričara može se zaključiti kako nema razlike u ocjeni senzorskih svojstava dvaju uzoraka te kako dodatak žira nije imao utjecaj na ispitivana senzorska svojstva trajnih kobasica. Cjelokupan grafički prikaz senzorskih svojstava i ocjena senzoričara za pojedini uzoraka nalazi se na slici 6.

Prema brojnim istraživanjima, tekstura trajnih kobasica najvažnija je senzorska karakteristika u procjeni kvalitete trajnih kobasica (Mathoniere i sur., 2000). Ona se procjenjuje kroz senzorska iskustva okusa proizvoda, te njegov izgled. Nadalje, na samu teksturu proizvoda ima i utjecaj soli (Hui i sur., 2004). Osim toga, slanost je odraz i i

sastojaka poput količine aminokiselina, nukletioda u mišićnom tkivu mesa svinje, ili niskih koncentracija unutar mišićne masti. Osim utjecaja na slanoću trajnih kobasica, niska koncentracija masnih kiselina je izravno povezana i s drugim senzorskim karakteristikama trajnih kobasica poput sočnosti i tvrdoće (Ruiz i sur. 2002). Štoviše, količina masti utječe i na boju trajnih kobasica te uvjetuje visoku ocjenu na skali ocjenjivanja te senzorne karakteristike (Ahmad i Amer, 2012). Miris trajnih kobasica posljedica je raspada ugljikohidrata, lipida i proteina djelovanjem enzima te je, također, posljedica korištenja začina kao i procesa proizvodnje (Kaban, Kaya, 2009), a oni proizvodi s većim koncentracijom komponenata proteinskog katabolizma imaju i veću ocjenu na skali ocjene mirisa (Careri i sur., 1993). Okus ove vrste suhomesnatih proizvoda se u brojnim istraživanjima procjenjuje prema skali vrijednosti od 0-9 te je pokazano kako količina masti uvelike utječe na kvalitetu okusa (Ahmad i Amer, 2012). Istraživanja su potvrdila kako niska koncentracija masnih kiselina utječe na nisku sočnost trajnih kobasica. Također, proces proizvodnje i pohrane proizvoda, ukoliko dođe do gubitka vlažnosti proizvoda, uvelike utječe na sočnost trajnih kobasica (Ahmad i Amer, 2012). Prehrana sa žirom uvjetuje veću količinu intramuskularna masnoće što pozitivno djeluje na percepciju potrošača proizvoda (Soto i sur., 2008).



Slika 6. Grafički prikaz senzorskih karakteristika kobasice (smjesa i žir)

5. Zaključak

Na temelju provedenog istraživanja i dobivenih rezultata te provedene rasprave može se zaključiti sljedeće:

1. Trajne kobasice dobivene od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom imaju u prosjeku 46,14% zasićenih masnih kiselina, 44,47% jednostruko nezasićenih masnih kiselina te 8,60% višestruko zasićenih masnih kiselina, dok trajne kobasice dobivene od mesa svinja hranjenih uz dodatak žira imaju u prosjeku 44,52% zasićenih masnih kiselina, 45,55% jednostruko nezasićenih masnih kiselina te 9,10% višestruko nezasićenih masnih kiselina. Najzastupljenije kiseline u oba uzorka su palmitinska (28%), stearinska (15%), oleinska (41%) te linolna kiselina (8%).
2. Omjer PUFA/SFA iznosio je 0,19 i 0,20 te pružaju povoljan masno-kiselinski sastav za ljudsku prehranu.
3. Omjer ω -6/ ω -3 u kobasicama od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom je 17,47, dok je u kobasicama od mesa svinja hranjenih uz dodatak žira 16,96 te dodatak žira u prehranu svinja nije značajno utjecao na udjel ω -3 polinezasićenih masnih kiselina
4. U kobasicama dobivenim od mesa svinja hranjenih komercijalnom krmnom smjesom zastupljeni su: terpeni (52%), aldehidi (11%), aromatski ugljikovodici (10%), fenoli (7%), kiseline(6%), alkoholi(5%), spojeva sa sumporom (5%), ketoni (3%), alifatski ugljikovodici (1%), esteri (0,06%), a u kobasicama dobivenim od mesa svinja hranjenih uz dodatak žira zastupljeni su: terpeni (54%), aldehidi(17%), aromatski ugljikovodici (6%), fenoli (6%), kiseline (4%), alkoholi (6%), spojeva sa sumporom (2%), ketoni (3%), alifatski ugljikovodici (0,46%), esteri (1,36%). Najzastupljenije grupe spojeva u trajnim kobasicama su: terpeni, aldehidi, aromatski ugljikovodi i fenoli.
5. Najznačajnija skupina spojeva u trajnim kobasicama jesu terpeni.
6. Zaključeno je kako dodatak žira nije imao utjecaja na ispitivana svojstva kobasica.

6. Literatura

Ahmad, S., Amer, B. (2012) Sensory Quality of Fermented Sausages as Influenced by Different Combined Cultures of Lactic Acid Bacteria Fermentation during Refrigerated Storage. *J. Meat Sci. Technol.* **2**, 51-62.

Ansorena, D., Gimeno, O., Astiasaran, I., Bello, J. (2001) Analysis of volatile compounds by GC–MS of a dry fermented sausage: chorizo de Pamplona. *Food Res. Int.* **34**, 67–75.

Berdaque, J. L., Denoyer, C., LaQuéré, J. L., Semon, E. (1991) Volatile compounds of dry-cured ham. *J. Agric. Food Chem.* **39**, 1257–1261.

Careri, M., Mangia, A., Barbieri, G., Bolzoni, L., Virgili, R., Parolari, G. (1993) Sensory property relationship to chemical data of Italian type dry-cured ham. *J. Food Sci.* **58**, 968–972.

Ciuciu, A.M.S., Inmacullada, F., Carballo, J., Petru, A. (2014) Volatile compounds analysis of dacia sausage, a traditional romanian dry-cured sausage. *Food Technol.* **38**, 69-80.

Došen, M. (2014) Utjecaj primjene različitih temperatura na proces fermentacije slavonskog kulena. Diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.

Fernández, M., Ordonez, H.A., Cambero, I., Santos, C., Pin, C., De la Hoz, L. (2007) Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. *Food Chem.* **101**, 107–112

Garcia-González, D.L., Tena, L., Aparicio-Ruiz, R., Morales, M. T. (2008) Relationship between sensory attributes and volatile compounds qualifying dry-cured hams. *Meat Sci.* **80**, 315-325.

Gorska, E., Nowicka, E., Jaworska, D., Przybylski, W., Tambor, K. (2016) Relationship between sensory attributes and volatile compounds of polish dry-cured loin. *Asian-Australasian J. Anim. Sci. (AJAS)* **30**, 720-727.

Hui, Y.H., Meunier-Goddik, L., Hansen, A.S., Josephsen, J., Nip, W.K., Stanfield, P.S., Toldrá, F. (2004) *Handbook of food and beverage fermentation technol.*, 134 izd., Marcel Dekker, New York, 1-19.

Kaban, G., Kaya, M. (2009) Staphylococcus xylosum on the quality characteristics of dry fermented sausage (sucuk). *J. Food Sci.* **74**, 58-63.

Kaban, G. (2010) Volatile compounds of traditional turkish dry fermented sausage (sucuk). *Int. J. Food Propert.* **13**, 525-534.

Kovačević, D. (2014) Tehnologija kulena i drugih fermentiranih kobasica. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambenno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek.

Kosowska, M., Majcher, M., Fortuna, T. (2017) Volatile compounds in meat and meat products. *Food Sci. and Technol.* **37**, 1-7.

Kjällstrand, J., Petersson, G. (2000) Phenolic antioxidants in alder smoke during industrial meat curing. *Food Chem.* **74**, 85-89.

Krvavica M., Lukić, A., Vrdoljak, M., Đugum, D., Ćurić, D. (2007) Proteoliza mišićnog tkiva tijekom zrenja pršuta. *Meso* **9**, 221-229.

Krvavica M., Mioč, B., Friganović, E., Kegalj, A., Ljubičić, I. (2012) Sušenje i zrenje temeljni tehnološki procesi proizvodnji trajnih suhomesnatih proizvoda. *Meso* **15**, 138-144.

Marušić Radovčić N., Heleš S., Vidaček S., Janči T., Petrak T., Medić H. (2014) Udio i stupanj oksidacije masti i sastav masnih kiselina industrijskog i tradicionalnog Baranjskog kulena. *Meso* **16**, 238-243.

Maarse, H., Visscher, C.A. (1989) Volatile compounds in food. *TNO-CIVO Food A. Inst.* **6**, 950-952.

Marušić Radovčić, N., Petrović, M., Vidaček, S., Janči, T., Petrak, T., Medić, H. (2013) Udio masti i sastav masnih kiselina u istarskom i dalmatinskom pršutu. *Meso* **15**, 279-284.

Marušić, N., Petrović, M., Vidaček, S., Petrak, T., Medić, H. (2011) Characterization of traditional Istrian dry-cured ham by means of physcal and chemical analyses and volatile compounds, *Meat Sci.* **88**, 786-790.

Mathoniere, C., Mioche, L., Dransfield, E., Culioli, J. (2000) Meat texture characterisation: comparison of chewing patterns, sensory and mechanical measures. *Texture Studies* **31** 183-203.

Nunes, C., Coimbra, M.A., Saraiva, J., Rocha, M.S. (2008) Study of the volatile components of a candied plum and estimation of their contribution to aroma. *Food Chem.* **111**, 897-905.

Pravilnik o mesnim proizvodima (2012) *Narodne novine* **131**, Zagreb.

Pavičić, Ž., Ostović, M. (2008) Proizvodnja kobasica u kućanstvu za vlastite potrebe. *Meso* **10**, 369-373.

Pešović, B. (2008) Fino usitnjene barene kobasice. *Enciklopedija- Tehnologija mesa* <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/fino-usitnjene-barene-kobasice>. Pristupljeno 20. kolovoza 2017.

Pleadin, J., Demšar, L., Polak, T., Vulić, A., Lešić, T., Kovačević, D. (2016) Sastav masnih kiselina tradicionalnih hrvatskih i slovenskih suhomesnatih proizvoda. *Meso* **16**, 44-52.

Ruiz, J., Garcia, C., Muriel, E., Andres, A.I., Ventanas, J. (2002) Influence of sensory characteristics on the acceptability of dry-cured ham. *Meat Sci.* **61**, 347–354.

Rustan, A.C., Drevon, A.C. (2005) Fatty acids: structures and properties. *Encyclopedia of life sci.*, 1-7.

Sabio, E., Vidal-Aragón, M.C., Bernalte, M.J., Gata, J.L. (1998) Volatile compound present in six types of dry-cured ham from south European countries. *Food Chem.* **61**, 493-503.

Senčić, Đ. (2014) Uzgoj svinja za proizvodnju tradicionalnih mesnih proizvoda. *Poljoprivreda* **20**.

Simopoulos, P.A. (2004) Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acid Ratio and Chronic Diseases. *Food reviews int.* **20**, 77-90.

Soto, E., Hoz, L., Ordonez, J.A., Hierro, E., Herranz, B., Lopez Bote, C., Cambero, M.I. (2008) Impact of feeding and rearing systems of Iberian pigs on volatile profile and sensory characteristics of dry-cured loin. *Meat Sci.* **79**, 666–676.

Timon, M., Lourdes, M., Petron, M., Jurado, A., Garcia, C. (2001) Subcutaneous and intermuscular fat characterization of dry-cured meat products. *J. Sci. Food Agric.* **82**, 186-191.

Toldra, F. (1998): Proteolysis and Lipolysis in Flavour Development of Dry-cured Meat Products. *Meat Sci.* **49**, 101-110.

Nutritional aspects of cardiovascular disease (1994) *United Kingdom Department of Health* **46**, 30-32.

HRN ISO 1443:1999, Meso i mesni proizvodi-Određivanje ukupne količine masti (ISO:1443:1973)

HRN EN ISO 5508, 1999, Životinjske i biljne masti i ulja- Analiza metilnih estera masnih kiselina plinskom kromatografijom.